

⑩ 日本国特許庁(JP) ⑪ 特許出願公開
⑫ 公開特許公報(A) 平1-137228

⑬ Int. Cl.⁴
G 02 B 27/28

識別記号 庁内整理番号
8106-2H

⑭ 公開 平成1年(1989)5月30日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 光アイソレータ

⑯ 特 願 昭62-295071

⑰ 出 願 昭62(1987)11月25日

⑱ 発 明 者 牧 尾 諭 埼玉県熊谷市三ヶ尻5200番地 日立金属株式会社磁性材料
研究所内
⑲ 発 明 者 坂 野 伸 治 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製
作所中央研究所内
⑳ 発 明 者 武 田 茂 埼玉県熊谷市三ヶ尻5200番地 日立金属株式会社磁性材料
研究所内
㉑ 発 明 者 榑 原 正 彦 埼玉県熊谷市三ヶ尻5200番地 日立金属株式会社磁性材料
研究所内
㉒ 出 願 人 日立金属株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目1番2号
㉓ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
㉔ 代 理 人 弁理士 本 間 崇

明 細 書

1. 発明の名称

光アイソレータ

2. 特許請求の範囲

(1) 光の進行方向に磁化された中空の磁石の中央に配されたファラデー回転子、該ファラデー回転子の両側に配された偏光子および検光子を基本構成とする光アイソレータにおいて、前記偏光子および検光子として、不要な光ビームを光軸に対してほぼ直角方向に分離する多面体の偏光分離素子を用いるとともに、前記偏光分離素子の多面体の面のうち光軸に対してほぼ垂直な面が鏡面研磨されており、一方、光軸に対してほぼ平行な面のうち少なくとも一つの面が斜地研磨されていることを特徴とする光アイソレータ。

(2) 特許請求の範囲第1項記載の光アイソレータにおいて、前記偏光分離素子の多面体の面のうち光軸に対してほぼ垂直な鏡面研磨されている面に反射防止膜が施されていることを

特徴とする光アイソレータ。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、光を一方向に伝搬させる場合に、同じ光路を逆方向に伝搬する光を抑制する機能を有する光アイソレータに関するものである。

(従来の技術)

例えば、光源として半導体レーザの発生した光を光ファイバーを介して伝搬させようとする場合、光ファイバー内部での光の分散、屈折率の部分的不均一、接続部の存在等によって反射光を生じ、光路を逆方向に伝搬して光源の半導体レーザに再び結合することがある。このような状態では、半導体レーザの発振が不安定となり発生光の雑音が増加して好ましくない。そこで、このような場合、前記反射光を抑制するために光アイソレータを使用することが有効である。

第4図は、従来の光アイソレータの構成例を示したものである。

図において、a点から入射した光はレンズ4aで平行光線に変換されて偏光子3aに入射する。偏光子3aは入射光から一定方向の偏光光例えば垂直偏光だけを過渡的に通過させる。偏光子3aの出射光はYIG($\text{Y}_2\text{O}_3, \text{Fe}_2\text{O}_3$)を主成分とする酸化物単結晶)等の単結晶により構成されるファラデー回転子2に入射し、偏光方向が45°回転した出射光を生じる。

通常は、ファラデー回転子2は、図に示すように光軸方向に増強された円筒型磁石1の中央に置かれ、光軸とはほぼ平行方向に磁化されている。

ファラデー回転子2の出射光は、検光子3bに入射するが、検光子3bの偏光方向は垂直方向から45°傾いている。

このため、ファラデー回転子2から入射した光は、検光子3bをそのまま通過して出射し、レンズ4bを経てb点に収束された出力を生じる。

従って、例えばb点に光ファイバーの端部

を置けば、a点から入射した光を光ファイバーに結合させることができる。

一方、前述のように光ファイバー等において発生した反射光は、b点からレンズ4bを経て偏光子3b(前回は検光子として作用)に入射し、偏光子3bの偏光方向に一致した成分光は、偏光子3bを通過してファラデー回転子2に入射する。

ファラデー回転子2は、同知のように光の入射方向とファラデー回転子材料の磁化方向との関係により偏光面の回転方向が変わる。この場合の配置の座標系では入射光の場合と同方向に45°回転するので、ファラデー回転子2の出射光の偏光方向は検光子3a(前回は偏光子として作用)の可伝達方向に対して垂直になる。このため、偏光子3bからの入射光は、検光子3aにおいて阻止されaの切に伝達されない。

従って、a点に置かれた半導体レーザーに結合する逆流入光は阻止され、半導体レーザーにおけるS/Nの劣化が防止される。

第5図は従来技術の概略構成図で、(a)は実際の光アイソレータの組立断面図、(b)は側面図である。

偏光子3a、検光子3bはそれぞれホルダー13a、13bの中に保持されている。ファラデー回転子2はホルダー5の中に保持されている。

さて、近年光通信がますます高密度、高速度になって行くにともない、高速変調の光通信の研究が各所で盛んに行なわれるようになった。このような高速変調の光通信には、小型で高性能の光アイソレータが必要である。

実用上、光アイソレータに要求されることは、順方向に光が伝達する場合はできるだけ損失が小さく(低挿入損失)、かつ逆方向に光が伝達する場合はできるだけ損失が大きいこと(高逆方向損失)が要求されることである。

特に、損失を左右する原因がいくつかある。この中でも偏光子および検光子により直角方向に分離された光の処理の問題がある。分離され

た光は、理想的には絶対に元の光軸に平行な光路に戻ってはならない。

しかし、実際には、第6図および第7図に示すような経路により再び元の光軸に平行な光路に戻る場合がある。

すなわち、第6図は順方向に入射光6が入射した場合、ほとんどの光は出射光8として光アイソレータを通り抜けるが、入射光6のうち偏光子3aにより分離された光が、偏光子ホルダー13aの内壁で反射し、偏光面が保存されていると、そのまま戻り光7となり半導体レーザー側に戻ってくる。これは、偏光子3aの表面に反射防止膜を施した効果を著しく低減する。また、この戻り光が強すぎると、光アイソレータを蒙害した意味そのものなくなる。

第7図は、逆方向から光を入射した場合の種々の光路を示す。入射光9は偏光子3bを通過し、ファラデー回転子2を通過して検光子3aに入る。

この場合の光のほとんどは検光子3aにより

分離され、光軸と直角方向に向かう。この光は検光子ホルダー13aの内壁で反射し、再び検光子3aに戻ってくる。この光はファラデー回転子2を逆向きに伝達し、偏光子3bに到達する。ここでも分離されて、偏光子ホルダー13bの内壁で反射し、またファラデー回転子2を入射光9と同じ方向に戻ってくる。この光は90°の偏振面の回転が生じており、検光子3aを容易に透過できるので、出射光10となり半導体レーザ側に戻る。この戻り光が大きければ、偏光子、検光子およびファラデー回転子単体の消光比をいくら向上させても光アイソレータとして高い逆方向損失を得ることが難しくなる。

これは、従来技術の偏光子および検光子3a、3bは、第3図に示すように、6面とも鏡面研磨されており、分離光は直線的に偏光子および検光子から外に出るように設計されているからである。

このように、第3図のような偏光子および検光子を用いた従来の光アイソレータは高い逆方向

面のうち偏光子および検光子により分離された光が透過する少なくとも一つの面が梨地研磨されていることを特徴としている。

〔実施例〕

以下本発明を実施例に基づいて詳細に説明する。

第1図は、本発明の光アイソレータに用いられる偏光子および検光子3a、3bの構造図である。

光軸に垂直な二つの面11a、11bは鏡面研磨され反射防止膜が施されており、平行な4つの面のうち偏光子および検光子で全反射分離された光が透過する二つの面12a、12bには光学的に凹凸を持ったいわゆる梨地研磨が施されている。

そのため、この面を透過する光は乱反射されるようになっている。このようにすることにより、偏光子および検光子からの分離光が第6図および第7図に示すような光路を通る確率が著しく減少する。このことから、半導体レーザ

向損失を得ることが極めて難しくなった。

〔発明が解決しようとする問題点〕

上に述べたように、従来の光アイソレータの構造は、前記偏光子および検光子の分離光の処理の仕方について充分注意がなされていなかったと思われる。

本発明の目的は、この偏光子および検光子の分離光の処理を考慮した新しい構造の光アイソレータを提供することである。

〔問題点を解決するための手段〕

本発明は、上記目的を達成するために、光の進行方向に磁化された中空の磁石の中央に配されたファラデー回転子、該ファラデー回転子の両側に配された偏光子および検光子を基本構成とする光アイソレータにおいて、前記偏光子および検光子として、不要な光ビームを光軸に対してほぼ直角方向に分離する多面体の偏光分離素子を用いるとともに、前記偏光分離素子の多面体のうち光軸に対してほぼ垂直な面が鏡面研磨されており、一方、光軸に対してほぼ平行な

面への戻り光も著しく減少すると考えられる。

第2図は、本発明の効果を定量的に示した例である。

横軸に偏光子および検光子の分離光が通る面の表面粗さを、縦軸に光アイソレータの逆方向損失をとったものである。

この図から分かるように、表面粗さを1000Å以下の従来技術のものでは逆方向損失が23dB前後であるが、研磨粒径の大きさを大きくして表面の粗さを粗くして行くと、次第に光アイソレータの逆方向損失が上昇して行く。表面粗さが約2μm以上であれば、30dB以上の逆方向損失を安定して確保できることが分かった。

これは、偏光子および検光子からの分離光の端面が梨地研磨されているため、この部分で光が乱反射され、偏光子の外側の壁に到達する光は減少となり、元の光路に戻る光がなくなるからである。

なお、本発明の実施例では、1段の光アイソ

レータについてのみ述べたが、2段光アイソレータについても製造処理を施した偏光子および検光子が有効であることは、本技術に関係する技術者であれば容易に理解できるであろう。

〔発明の効果〕

このように本発明の光アイソレータは、高い逆方向損失を有しており、特徴ある光通信の重要部品として、産業界の要求に応えるものである。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例を示す概略構成図、第2図は本発明の効果を示す特性測定図、第3図～第7図は従来技術の構造および問題点を説明するための概略構成図である。

1：円筒型磁石、2：ファラデー回転子、3a：偏光子（検光子）、3b：検光子（偏光子）、5：ホルダー、12a、12b：反射分離光透過面、13a、13b：ホルダー

代理人 弁理士 本 間 徹

